

BACCALAURÉAT GÉNÉRAL**Épreuve pratique de l'enseignement de spécialité physique-chimie
Évaluation des Compétences Expérimentales**

Cette situation d'évaluation fait partie de la banque nationale.

ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT

NOM :	Prénom :
Centre d'examen :	n° d'inscription :

Cette situation d'évaluation comporte **six** pages sur lesquelles le candidat doit consigner ses réponses. Le candidat doit restituer ce document avant de sortir de la salle d'examen.

Le candidat doit agir en autonomie et faire preuve d'initiative tout au long de l'épreuve.

En cas de difficulté, le candidat peut solliciter l'examineur afin de lui permettre de continuer la tâche.

L'examineur peut intervenir à tout moment, s'il le juge utile.

L'usage de calculatrice avec mode examen actif est autorisé. L'usage de calculatrice sans mémoire « type collègue » est autorisé.

CONTEXTE DE LA SITUATION D'ÉVALUATION

La station spatiale internationale ISS (*International Space Station*) est un satellite de la Terre placé en orbite terrestre basse. Elle met environ 1 h 30 pour effectuer une révolution autour de la Terre. Elle est habitée en permanence par un équipage international qui se consacre à la recherche scientifique dans l'environnement spatial.

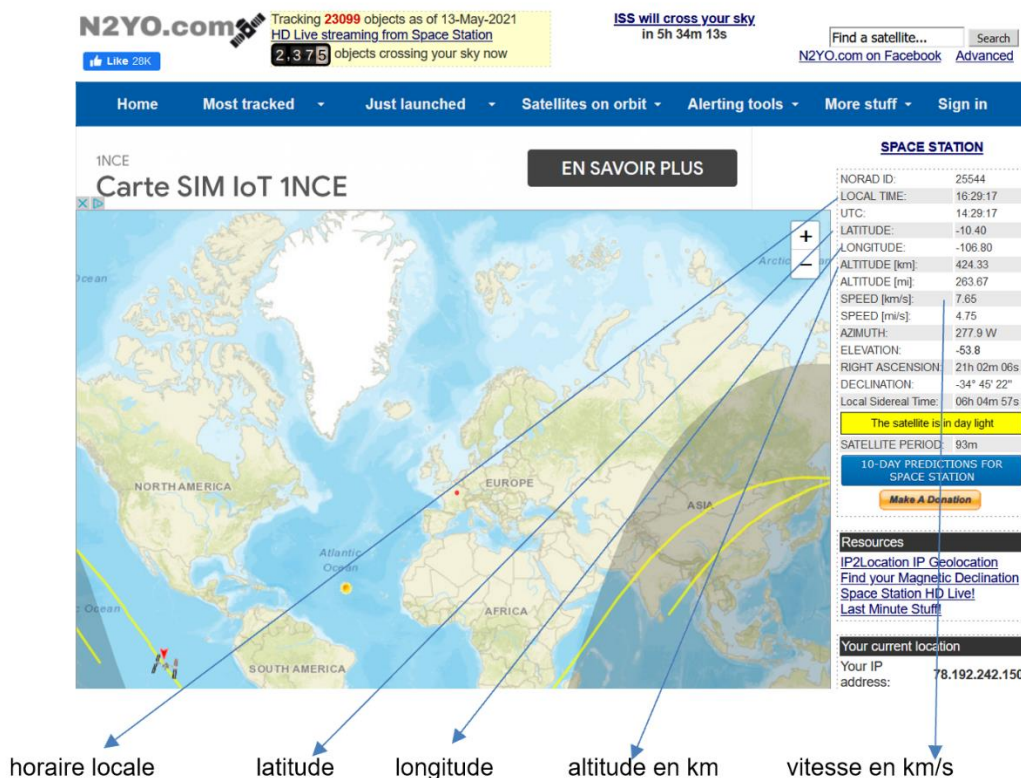


Le but de cette épreuve est d'étudier si le mouvement de l'ISS est bien en accord avec la deuxième loi de Kepler.

INFORMATIONS MISES À DISPOSITION DU CANDIDAT**Suivi de l'ISS en temps réel**

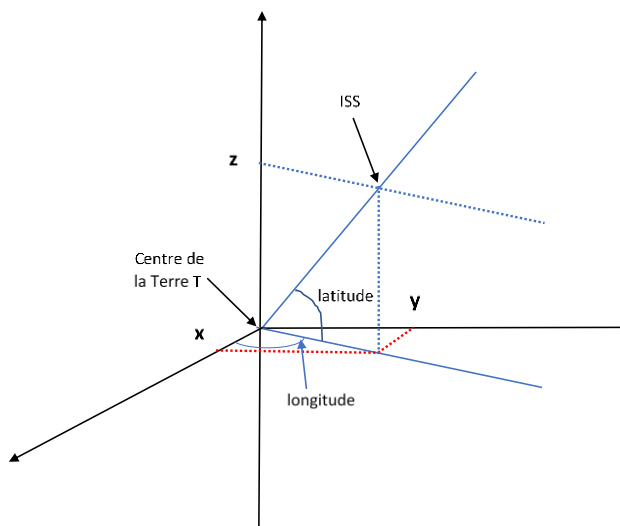
La station spatiale fait l'objet d'une surveillance permanente, comme la plupart des satellites terrestres. Sa position effective est relevée à intervalles de temps réguliers. Les données recueillies sont alors transmises en continu sur le site www.n2yo.com.

Ce site fournit pour l'ISS sa latitude, sa longitude en degrés, et son altitude au-dessus du sol (ALT) en kilomètres. Une capture d'écran permet de connaître, à un instant donné, l'heure locale et les coordonnées du satellite.



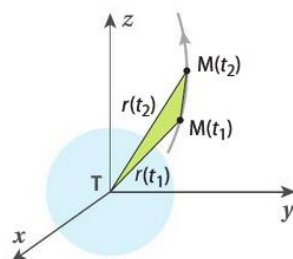
Capture d'écran du site www.n2yo.com

Latitude, longitude et coordonnées cartésiennes



Aire balayée par le satellite

On note T le centre de la terre et M un point représentant la station spatiale. Dans le contexte de cette situation d'évaluation, l'aire S balayée par le segment [TM] entre l'instant t_1 et l'instant t_2 est considérée comme étant l'aire du triangle $TM(t_1)M(t_2)$. Elle peut être calculée par la formule de Héron d'Alexandrie.



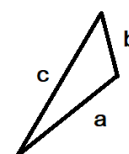
Aire balayée par le segment [TM]

Formule de Héron d'Alexandrie :

Soit un triangle dont les côtés ont pour longueur a , b et c . L'aire S de ce triangle quelconque peut être calculée à l'aide de la formule mathématique :

$$S = \sqrt{p \cdot (p-a) \cdot (p-b) \cdot (p-c)}$$

où p est le demi-périmètre du triangle. Soit $p = \frac{a + b + c}{2}$

**Programme de calcul**

Un programme de calcul écrit en langage Python, disponible sur le poste de travail et nommé « *ISS.py* » permet de calculer l'aire balayée entre deux instants, en utilisant la formule de Héron d'Alexandrie. Il suffit pour cela de rentrer dans le programme les instants choisis et pour chacun la latitude, la longitude et l'altitude de l'ISS à ces dates.

Deuxième loi de Kepler

Elle peut s'énoncer ainsi : « *les aires balayées par le segment reliant le centre de l'astre attracteur au centre du satellite sont égales pendant des durées égales* ».

TRAVAIL À EFFECTUER**1. Mouvement de l'ISS et loi de Kepler (10 minutes conseillées)**

Il est possible de réaliser des captures d'écran du site www.n2yo.com. Le programme Python « *ISS.py* » fourni permet, à partir de la latitude, de la longitude et de l'altitude exprimée en kilomètres, d'en déduire les coordonnées cartésiennes x , y , et z de l'ISS et de calculer les aires balayées dans un intervalle de temps donné.

On cherche à savoir si le mouvement de l'ISS est en accord avec la deuxième loi de Kepler.

Proposer un protocole expérimental qui permette d'atteindre cet objectif.

Relever les valeurs de la latitude, de la longitude et de l'altitude pour une date t



Faire de même pour une date $t+1$ et une date $t+2$ (pour pouvoir comparer les aires de deux triangles : on aura le triangle $TM(t)M(t+1)$ et le triangle $TM(t+1)M(t+2)$)

Insérer les valeurs relevées dans le programme python et exécuter le programme puis comparer les valeurs des aires. Si elles sont plus ou moins de taille égale alors la deuxième loi de Kepler est vérifiée.

Choisir parmi les durées proposées celle(s) qui peuvent permettre de considérer l'aire balayée par le segment [Terre – ISS] comme étant celle d'un triangle. Les durées proposées sont : 3,0 minutes ; 20 minutes ; 30 minutes ; 1 h 30 ; 3 h 00. En déduire la durée qu'il est le plus judicieux de choisir pour mettre en œuvre le protocole proposé.

La durée la plus judicieuse est 3,0 minutes sinon le temps d'attente est trop long.

2. Programme Python et mouvement de l'ISS (30 minutes conseillées)

APPEL n°1		
	Appeler le professeur pour lui présenter la démarche ou en cas de difficulté	

2.1. Captures d'écran

Effectuer quatre captures d'écran sur le site www.n2yo.com séparées par la durée choisie précédemment.

Sous Windows il est possible d'effectuer une capture d'écran de plusieurs façons :

- utiliser la touche « Impr. écran » et un logiciel de dessin comme Paint
- utiliser la combinaison de touche « CTRL + WIN + S » et un logiciel de dessin comme Paint
- utiliser l'outil Capture d'écran intégré à Windows

Entre deux captures, compléter au fur et à mesure le tableau ci-dessous. La date de la première capture d'écran doit être choisie pour origine des dates.



Heure locale				
Dates t (min)	0 min 00 s			
Latitude (°)				
Longitude (°)				
Altitude (en km)				

2.2. Introduction des données

Ces données doivent être maintenant introduites dans le programme Python enregistré dans le fichier « *ISS.py* ».

Ce fichier est ouvert sur le bureau.

- Enregistrer le fichier sous le format « *ISS_NOM_PRENOM.py* » dans le dossier « *ISS* » situé sur le bureau de l'ordinateur
- Sachant que les instants t , les latitudes, les longitudes et les altitudes doivent être écrits sous forme de listes, compléter ces listes lignes 18, 20, 22 et 24 et enregistrer le fichier.

APPEL n°2		
	Appeler le professeur pour lui présenter l'entrée des données dans le programme ou en cas de difficulté	

2.3. Programme incomplet



Le programme « *ISS_NOM_PRENOM.py* » est incomplet. Il manque notamment le commentaire de la ligne 50. Expliquer ce que représente chaque terme de cette ligne et ajouter le commentaire manquant.

`#rayon de l'orbite du satellite`

À la ligne 70, compléter la ligne de programme qui permet de calculer l'aire S d'un triangle grâce à la formule de Héron.

$$S = \text{sqrt}(p \cdot (p-a) \cdot (p-b) \cdot (p-c))$$

Exécuter et vérifier le bon fonctionnement du programme.

APPEL n°3		
	Appeler le professeur pour lui présenter les résultats ou en cas de difficulté	

3. Exploitation des résultats et conclusion (20 minutes conseillées)

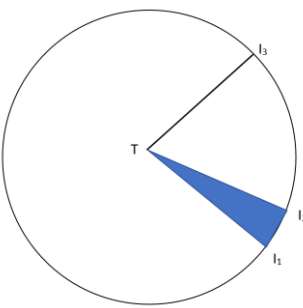
3.1 Les résultats obtenus permettent-ils de conclure que le mouvement de l'ISS est en accord avec la deuxième loi de Kepler ? Quelles peuvent être les sources d'écart observé liées au calcul de l'aire balayée ?

Si les valeurs des aires de chaque triangle sont du même ordre, alors le mouvement de l'ISS est en accord avec la deuxième loi de Kepler.

Les sources d'erreurs possibles sont des erreurs au niveau des captures qui sont « tardives » ou se font trop tôt.

3.2. La trajectoire de l'ISS peut être considérée comme circulaire dans le référentiel géocentrique. L'ISS se trouve en position I_1 à l'instant t_1 , en position I_2 à l'instant $t_2 = t_1 + \Delta t$ et en position I_3 à l'instant t_3 .

Représenter sur le schéma, la position de l'ISS à l'instant $t_4 = t_3 + \Delta t$ en justifiant.

Schéma	Justification
	<p>Mesurer la distance I_1I_2 Reporter la distance en I_3 puis placer le point I_4 de façon à ce qu'il soit sur l'orbite (I_4 est « à gauche » de I_3 car d'après le schéma le sens de déplacement du satellite est dans le sens contraire des aiguilles d'une montre)</p>

3.3. La vitesse de l'ISS est-elle constante dans le référentiel géocentrique si la trajectoire est circulaire ? Justifier.

Si un mouvement est circulaire uniforme, dans un référentiel galiléen, alors la vitesse reste constante
 Ainsi selon la deuxième loi de Kepler, le segment $[TS]$ balaie des aires égales pendant des durées égales.

Donc les distances I_1I_2 et I_3I_4 sont égales tel que : $I_1I_2 = I_3I_4$

Or $\Delta t = \text{cte}$, ainsi il vient : $I_1I_2 / \Delta t = I_3I_4 / \Delta t$

Soit $v(I_1I_2) = v(I_3I_4)$

Précision (non demandée): l'accélération est nulle et est radiale, le vecteur accélération sera dirigé vers le centre du cercle

3.4. La ligne 93 du programme permet d'afficher une estimation de la distance parcourue par l'ISS entre deux instants. Elle a été mise sous forme de commentaire.

- Enlever le # pour rendre active cette ligne en veillant à ce que les différents « print » soient alignés verticalement.
- Exécuter le programme.



Estimer la valeur de la vitesse de l'ISS et la comparer avec celle indiquée en km/s sur les captures d'écran. Commenter les écarts observés.

Exécuter le programme qui nous donne d en km

Appliquer la formule : $v = d/\Delta t$ où Δt vaut : $\Delta t = 3$ minutes

$\Delta t = 180$ secondes

Vérifier si v est environ égal à la vitesse affichée sur les captures d'écran.

APPEL FACULTATIF		
	Appeler le professeur en cas de difficulté	

Fermer les fichiers et ranger la paillasse avant de quitter la salle.